

Přehled HW a SW podpory výuky v oblasti zobrazovacích SPECT, PET a hybridních zobrazovacích systémů na ÚBMI FEKT VUT

Martin Mézl

8. 12. 2023

Ústav biomedicínského inženýrství
Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií
Vysoké učení technické v Brně



Bakalářský obor: **Biomedicínská technika a bioinformatika**

- **Zobrazovací systémy v lékařství** - 39/13 hod
- Radiologie a nukleární medicína - 26/52 hod
- Obecná biofyzika - 26/39 hod

Magisterský obor: **Bioinženýrství**

- reakreditace staršího studijního programu, otevřeno od 2020/21
- **Imaging Systems with Nonionizing Radiation** - 26/26 hod
- **Imaging Systems with Ionizing Radiation** - 26/26 hod
- od dalšího akademického roku otevření anglické formy **Bioengineering**

Magisterský obor: **Biomedicínské inženýrství a bioinformatika**

- **Imaging Method Practice in Biomedicine*** - 0/26 hod
- Mikroskopická zobrazovací technika - 39/26 hod

*volitelný oborový předmět

Bakalářský obor: **Biomedicínská technika a bioinformatika**

- **Číslicové zpracování signálů a obrazů** - 39/26 hod

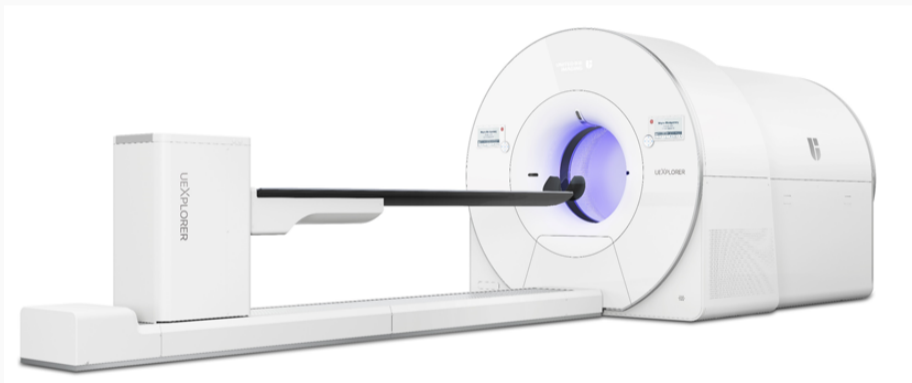
Magisterské obory:

- **Analysis of biomedical images*** - 26/26/13 hod
- **Machine learning*** - 26/26 hod
- **Vizualizace biomedicínských dat[†]** - 26/39 hod
- **Mikroskopická zobrazovací technika[†]** - 39/26 hod
- **Advanced Methods in Image Processing^{†°}** - 26/26 hod

*společný pro oba obory, anglicky, [†]obor Biomedicínské inženýrství a bioinformatika, [°]volitelný oborový předmět

- základní vymezení emisních zobrazovacích systémů
- konstrukce gamakamery Angerova typu
- SPECT - princip metody, náběr dat, rekonstrukce z projekcí
- PET - princip metody, koincidenční detekce, rekonstrukce z projekcí
- koncepce hybridních zobrazovacích systémů a používané typy
- příprava základních radiofarmak - ^{99m}Tc , 18-FDG
- **moderní trendy:**
 - polovodičové CdZnTe detektory
 - Si-PM (silicon photo-multiplier)
 - TOF detekce a využití pro rekonstrukci
 - navyšování axiálního FOV a jeho vliv na citlivost a zrychlení akvizice
 - využití anatomického snímku (CT, MR) pro lepší potlačení útlumu

- na UBMI značně omezené možnosti
- různé radioaktivní zářiče - měření aktivity, dávky, apod.
- Geiger-Müllerovy čítače v rámci RTG komor a samostatné přístroje (např. Gamma-Scout)
- praktické úlohy – farmakokinetické modelování pro dynamické PET data
- aplikační úlohy ze zpracování obrazu



Celotělový PET/CT skener od United Imaging. Schválen pro klinické využití v roce 2019. Obrázky a videa dat pořízených systémem jsou v samostatné prezentaci.

Model [11C]PS13 pro mozek

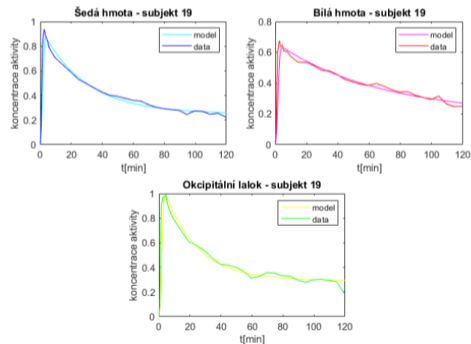
- BP 2023 – autor Lenka Čaňková
- simulace farmakokinetických vlastností radiofarmaka na bázi uhlíku pro diagnostiku mozku – Alzheimerova choroba
- koregistrace PET a MRI dat, v MRI datech manuálně vybrány oblasti zájmu
- vybrán vhodný kompartmentový model
- proveden odhad parametrů minimalizací kvadratického kritéria

$$\frac{dC_{bl}(t)}{dt} = k_{1bl}c_0(t) - k_{2bl}C_{bl}(t),$$

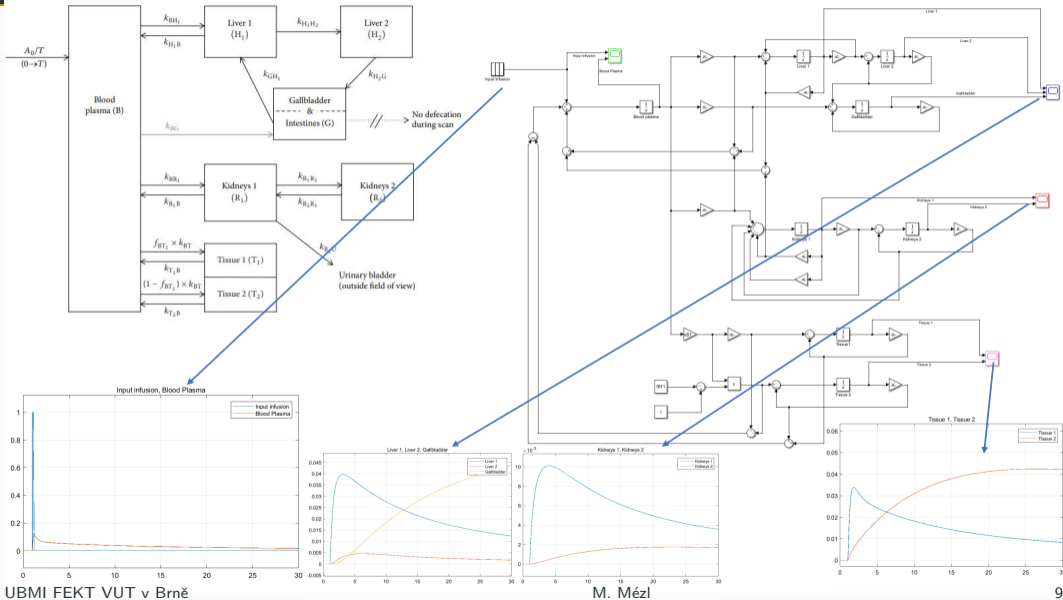
$$\frac{dC_e(t)}{dt} = k_1C_{bl}(t) - (k_2 + k_3)C_e(t),$$

$$\frac{dC_m(t)}{dt} = k_3C_e(t),$$

$$C_{celk}(t) = C_e(t) + C_m(t),$$



Dynamické PET modelování – Simulink



- návaznost na klasické kurzy zpracování obrazu, rozšíření znalostí z oblasti umělé inteligence
- řešení úloh klasifikace, detekce a segmentace obrazu aktuálními přístupy
- aplikace pro rekonstrukce obrazu z projekcí
- analýza videosekvencí, případně real-time zpracování obrazového toku
- příklady řešených úloh:
 - trasování více objektů v obraze – výstupem zápis trajektorie
 - klasifikace elektronických součástek v reálném čase
 - detekce a klasifikace dopravních značek v reálném čase

Příklady závěrečných prací na ÚBMI 2022-23

BP	Farmakokinetické modelování v pozitronové emisní tomografii
BP	Kalibrační fantomy pro zobrazovací systémy pomocí 3D tisku
BP	Segmentace míšních struktur z MR snímků s využitím neuronových sítí
BP	Analýza diagnostických parametrů srdce ve 4D CINE MRI datech
DP	Analýza trombu ve vícefazických CT datech u ischemické mozkové příhody
DP	Segmentace patologických tkání v objemových MRI datech s využitím hlubokého učení
DP	Predikce odpovědi na radioterapii u karcinomu rekta pomocí MR
DIZ	Hluboké učení pro kvantifikaci jednovoxelových a multidimenzionálních MR spektroskopických signálů

Celkem v akademickém roce 2022-23 úspěšně obhájeno: **42 BP**, **47 DP** a **5 DIZ**.

Ing. Martin Mézl, Ph.D.

Ústav biomedicínského inženýrství

FEKT VUT v Brně

mezl@vut.cz

UBMI FEKT VUT v Brně